

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
PATENT APPLICATION

Applicant: Yasuda et al.

Serial No.: 10/708265

Filed: 02/20/2004

Title: Hole Drilling Method and Apparatus

Art Unit:

Examiner:

Atty. Docket: JP920020215US1

October 18, 2006

Commissioner For Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants are hereby submitting certified copy of the foreign application, Japanese Patent Application # JP2003-038532 filed on 02/17/2003, as specified in 35 U.S.C. § 119(b).

Respectfully submitted,

Date:

10/19/06

By:

Michael J. LeStrange

Michael J. LeStrange, Reg No. 53,207

IP Law Department

IBM Corporation

1000 River Street

Essex Junction, VT 05452

Tel.: 802-769-9521

**CERTIFICATE OF MAILING OR FAXING**

I, hereby, certify that on the date shown below, this correspondence is being sent by:

**MAIL**

X deposited with the United States Postal Service  
with sufficient postage as Express Mail #EQ 675600472 US  
in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents, Alexandria VA 22313-1450

**FACSIMILE**

☐ transmitted by facsimile to the Patent  
and Trademark office

  
\_\_\_\_\_  
Signature

10/19/06  
\_\_\_\_\_  
Date

  
\_\_\_\_\_  
Name

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2003年 2月17日

出願番号  
Application Number:

特願2003-038532

パリ条約による外国への出願  
用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

country code and number  
of our priority application,  
used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 3 - 0 3 8 5 3 2

願人  
Applicant(s):

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

2006年10月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中嶋



出証番号 出証特2006-3075952

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9020215

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/00

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅 8 0 0 番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 野洲事業所内

【氏名】 安田 正治

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅 8 0 0 番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 野洲事業所内

【氏名】 前田 洋二

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅 8 0 0 番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 野洲事業所内

【氏名】 山中 公博

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅 8 0 0 番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 野洲事業所内

【氏名】 塚田 裕

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【住所又は居所】 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4、ニューヨーク州アーモンク (番地なし)

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

## 【代理人】

【識別番号】 100086243  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 坂口 博  
【電話番号】 0462-73-3318

## 【代理人】

【識別番号】 100091568  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 市位 嘉宏

## 【代理人】

【識別番号】 100108501  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 上野 剛史

## 【復代理人】

【識別番号】 100094248  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 楠本 高義

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012922  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9706050  
【包括委任状番号】 9704733  
【包括委任状番号】 0207860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 穴形成方法および穴形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に穴を形成するための方法であって、

(a) 前記基板の表面に垂直な方向からレーザーを照射して基板に穴を形成するステップと、

(b) 前記垂直な方向から所定の角度傾けた方向から前記穴にレーザーを照射するステップと、

(c) 前記穴の上部と底部の穴径が実質的に等しくなるまで、前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ (b) を繰り返すステップと、を含む、方法。

【請求項 2】 前記所定の角度は、2 ～ 5 度の範囲で選択される、請求項 1 の方法。

【請求項 3】 基板に複数の穴を形成するための方法であって、

(a) 前記基板の予め決められた複数の位置に順番に基板の表面に垂直な方向からレーザーを照射して基板に複数の穴を形成するステップと、

(b) 前記複数の位置に設けられた穴に順番に前記垂直な方向から所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップと、

(c) 各々の前記穴の上部と底部の穴径が実質的に等しくなるまで、前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ (b) を繰り返すステップと、を含む、方法。

【請求項 4】 前記所定の角度は、2 ～ 5 度の範囲で選択される、請求項 3 の方法。

【請求項 5】 前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ (b) を繰り返すステップ (c) は、前記穴の円周方向にそってレーザーの照射位置を変えながらレーザーを照射するステップを含む、請求項 4 の方法。

【請求項 6】 基板に複数の穴を形成するための方法であって、

(a) 前記基板の予め決められた複数の位置に対して順番に、前記基板の表面に対して垂直な方向から所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップと

、  
(b) 各々の前記穴の上部と底部の穴径が実質的に等しくなるまで、前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ (a) を繰り返すステップと、を含む、方法。

【請求項 7】 前記所定の角度は、2 ～ 5 度の範囲で選択される、請求項 6 の方法。

【請求項 8】 前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ (a) を繰り返すステップ (b) は、前記穴の円周方向にそってレーザーの照射位置を変えながらレーザーを照射するステップを含む、請求項 7 の方法。

【請求項 9】 基板に穴を形成するためのレーザーを発振する発振器と、前記レーザーが通過し、通過する位置によってレーザーの基板に対する角度を決定するレンズと、前記レンズのレーザーが通過する位置を、基板に対するレーザーの照射数によって変更するミラーと、を含む穴形成装置。

【請求項 1 0】 前記レンズにおけるレーザーの通過する位置を変更するために、前記ミラーの角度が変更可能である請求項 9 に記載の穴形成装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザーを用いて基板にスルーホールなどの穴を形成するための穴形成方法および穴形成装置に関する。

#### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

従来、ビルドアップ配線基板におけるスルーホールなどの穴は機械ドリルによって形成されていた。半導体回路の高密度化により、基板の配線も高密度化が要求されている。基板の配線の高密度化に対応してスルーホールの穴径を小さくする必要がある。

#### 【0 0 0 3】

しかし、機械ドリルを細くすると、機械ドリルの耐久性の悪化および機械ドリルの回転時における中心軸のぶれの問題がある。また、細い機械ドリルほど値段が高くなる。機械ドリルによる穴径の小さいスルーホール形成は、穴が変形したり機械ドリルが破損したりし、穴開けコストが高くなる。

#### 【0004】

そこで、スルーホールなどの穴はレーザー加工によって形成されるようになっている。穴の形成は、図8に示す穴形成装置24を用いておこなう。レーザー10は発振器32で発振される。例えば、使用するレーザー10は炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)レーザーまたは紫外線(UV)レーザーである。基板をステージ(図示せず)上に配置し、ステージを移動させて穴を開ける位置の位置決めをおこなう。レーザー10は2枚のガルバノミラー(Galvano Mirror)GMの角度を調節してレーザー10の位置決めをおこなう。レーザー10は集光レンズ16の中央を通過して、基板に垂直に照射される。なお、コリメートレンズ(Collimate Lens)CLを2枚用いてレーザー10の焦点を変化させ、マスク(Mask)によってレーザー10の直径を調節する。さらに、ベンドミラー(Bend Mirror)BMは伝搬しているレーザー10を反射させるためのミラーである。

#### 【0005】

図9(a)に示すように、穴開け加工中にレーザー10のエネルギーが基板12を構成するガラス繊維や樹脂に吸収されるため、レーザー10が先細りになってしまう。形成された穴26は図9(b)に示すように、穴26の上部の穴径が穴26の底部の穴径よりも大きくなる。スルーホールを形成するために、穴26の側壁にメッキをおこなう。

#### 【0006】

しかし、底部の穴径が小さいためにメッキ液が流れにくく、メッキができない場合がある。特にスルーホールはビアホールと比較して穴の長さが長いため、メッキができなくなる場合が多くなる。

#### 【0007】

穴の先細りを防ぐ加工方法が、例えば特許文献1に開示されている。レーザーの焦点位置を昇降させたりレーザーを回転させたりする。焦点位置を昇降させた



りレーザーを回転させたりすることによってレーザーのスポット径を広げることができる。スポット径が広がることによって、ビアシング穴径が広がり、ビアシングから切断に切り替えた場合の切断幅とビアシング穴径の差が無くなる。加工条件の切り替え時に、加工部で熔融金属が吹き出すバーニングが防止できる。

#### 【0 0 0 8】

しかし、焦点位置を降下させたときに形成される穴が、焦点位置が上方にあるときよりも穴径が大きくなるだけであるので、焦点位置を昇降させただけではストレートの穴を形成することはできない。レーザーを回転させる方法は、特許文献1の図3より基板からの焦点も同じく回転しており、全体の穴径は広がる。しかし、基板に対して垂直にレーザーが照射されているため、レーザーのエネルギーが基板に吸収されるため、全体の穴径が大きくなってもストレートの穴を形成することはできない。

#### 【0 0 0 9】

また、レーザーの角度を変化させてテーパ形状の穴を形成する方法が特許文献2に開示されている。使用するレーザーはエキシマレーザーである。エキシマレーザーの角度をかえて複数方向から照射することによって、テーパ形状の穴を形成している。

#### 【0 0 1 0】

しかし、特許文献2の方法は、1回のエキシマレーザー照射によって、ストレートの穴を形成している。エキシマレーザーの角度をかえることによって、テーパ形状の穴を形成するのに有効であるが、ストレートの穴を形成することはできない。

#### 【0 0 1 1】

【特許文献1】 特開平03-151182号公報（第1図）

【特許文献2】 特開平07-284975号公報（第1図）

#### 【0 0 1 2】

#### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、レーザーを用いた穴開け加工において穴の上部と底部の穴径が実質的に等しい穴を開ける穴形成方法および穴形成装置を提供することにある



。

**【 0 0 1 3 】****【課題を解決するための手段】**

本発明の穴形成方法の要旨は、基板に穴を形成するための方法であって、（a）基板の表面に垂直な方向からレーザーを照射して基板に穴を形成するステップと、（b）前記垂直な方向から所定の角度傾けた方向から前記穴にレーザーを照射するステップと、（c）前記穴の上部と底部の穴径が実質的に等しくなるまで、前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ（b）を繰り返すステップと、を含む。基板に対して垂直にレーザーを照射すると、基板にテーパ状の穴が形成される。レーザーを所定の角度傾けて基板に照射することによって、レーザーのテーパ状の部分が基板に対して垂直になる。所定の角度は、基板に垂直な方向から2～5度傾けた角度である。複数方向からレーザーを傾斜させて基板に照射することによって、穴の上部と底部の穴径が実質的に等しい穴を形成することができる。

**【 0 0 1 4 】**

他の穴形成方法の要旨は、（a）基板の予め決められた複数の位置に順番に基板の表面に垂直な方向からレーザーを照射して基板に複数の穴を形成するステップと、（b）前記複数の位置に設けられた穴に順番に前記垂直な方向から所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップと、（c）各々の前記穴の上部と底部の穴径が実質的に等しくなるまで、前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ（b）を繰り返すステップと、を含む。基板に複数の穴を形成する場合、最初に所望の位置にレーザーを照射して複数の穴を設ける。この時形成される穴は穴の上部よりも底部の穴径が小さい穴である。さらに複数の穴に対して順番にレーザーを照射する。このレーザーの角度を垂直な方向から所定の角度傾け、穴の上部と底部の穴径を揃える。所定の角度は、基板に垂直な方向から2～5度傾けた角度である。ステップ（c）は、穴の円周方向に沿ってレーザーの照射位置を変えながらレーザーを照射する。

**【 0 0 1 5 】**

さらに他の穴形成方法の要旨は、（a）基板の予め決められた複数の位置に対

して順番に、前記基板の表面に対して垂直な方向から所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップと、(b) 各々の前記穴の上部と底部の穴径が実質的に等しくなるまで、前記所定の角度傾けた方向からレーザーを照射するステップ(a) を繰り返すステップと、を含む。垂直にレーザーを照射せずに、傾斜方向からのみのレーザー照射をおこなって穴を形成する。

#### 【0 0 1 6】

本発明の穴形成装置の要旨は、基板に穴を形成するためのレーザーを発振する発振器と、前記レーザーが通過し、通過する位置によってレーザーの基板に対する角度が決定するレンズと、前記レンズのレーザーが通過する位置を、基板に対するレーザーの照射数によって変更するミラーと、を含むことにある。本発明は、発振器で発振されたレーザーをレンズとミラーによって、レーザーの基板に対する角度を変更する。基板に対してレーザーを傾斜させて照射することによって、ストレートの穴を形成する。

#### 【0 0 1 7】

##### 【発明の実施の形態】

本発明に係る穴形成方法および穴形成装置の実施の形態について図面を用いて説明する。本発明は、図3 (b) に示すように、ガルバノミラーGMの角度を調節してレーザー10が集光レンズ16を通過する位置を変更し、基板12に対するレーザー10の入射角度を調節する。図2に示す穴形成装置23は、ガルバノミラーGMの角度を調節する角度調節手段34を含む。後述するように、基板12に対するレーザー照射は、照射回数によってレーザー10の基板12に対する角度が変わる。集光レンズ16のレーザー10が通過する位置を、基板12に対するレーザー10の照射数によって変更するように、角度調節手段34によってガルバノミラーGMの角度が変更される。

#### 【0 0 1 8】

なお、基板12の厚みは、例えば0.4 mmである。レーザー10は炭酸ガスレーザーまたは紫外線レーザーである。コリメートレンズCLとマスクを用いて、レーザー10のビーム径を50から100  $\mu$ mに調節する。後述するレーザー照射において1回の照射におけるレーザー10のパルス数は任意であり、例えば

パルス数を 1 とする。発振器 3 2 がパルスを発振する周波数は、例えば約 1 k H z である。

#### 【0 0 1 9】

1 つの穴を形成する方法について説明する。図 1 (a) に示すように、先ず基板 1 2 に対して垂直に第 1 レーザー 1 0 a を照射する。垂直に第 1 レーザー 1 0 a を照射させるために、2 枚のガルバノミラー G M の角度を調節して、第 1 レーザー 1 0 a が集光レンズ 1 6 の中心を通過するようにする。レーザー 1 0 のエネルギーは基板 1 2 に吸収されるため、第 1 レーザー 1 0 a は基板 1 2 中でテーパ状になる。したがって、第 1 レーザー 1 0 a の照射によって形成された穴は、穴の上部よりも底部の穴径が小さくなっている。例えば、穴の上部の穴径  $\phi 1$  が  $60 \mu m$  の場合、底部の穴径  $\phi 2$  は上部の穴径  $\phi 1$  の半分の  $30 \mu m$  である。なお、穴の上部はレーザー 1 0 の入射側とし、底部はレーザー 1 0 の出射側とする。

#### 【0 0 2 0】

次に、図 1 (b) に示すように、基板 1 2 に対して傾斜させて第 2 レーザー 1 0 b を照射する。この場合、角度調節手段 3 4 を用いてガルバノミラー G M の角度を調節して第 2 レーザー 1 0 b が集光レンズ 1 6 の外周部分を通過するようにすることによって、第 2 レーザー 1 0 b を基板 1 2 に対して傾斜させて照射することができる。

#### 【0 0 2 1】

図 3 (a) に示すように、集光レンズ 1 6 の外周部分 1 8 は、例えば集光レンズ 1 6 の半径の半分よりも外側の部分である。ガルバノミラー G M の角度を調節し、レーザー 1 0 が外周部分 1 8 を通過すると、図 3 (b) に示すように、レーザー 1 0 が基板に対して傾斜する。基板 1 2 に対するレーザー 1 0 の角度は、例えば、図 3 (a) に示す集光レンズ 1 6 の中央 O から外周に向かう軸の中心 A の付近をレーザー 1 0 が通過した場合は  $87^\circ$  から  $88^\circ$ 、集光レンズ 1 6 の外周 B の付近をレーザー 1 0 が通過した場合は  $85^\circ$  から  $86^\circ$  である。

#### 【0 0 2 2】

レーザー 1 0 は、基板 1 2 に照射されて穴を形成するとき、基板 1 2 にエネル

ギーを吸収されてテーパー状になってしまう。図 1 (b) に示すように、第 2 レーザー 1 0 b を基板 1 2 に対して傾斜させて、第 2 レーザー 1 0 b のテーパー状になった部分を基板 1 2 に対して垂直になるようにする。この時の第 2 レーザー 1 0 b の基板 1 2 に対する角度  $\theta$  は  $85^{\circ}$  から  $88^{\circ}$  である。基板 1 2 に対して傾斜させた第 2 レーザー 1 0 b が照射された穴の部分は、テーパー状になっている部分が無くなり、基板 1 2 に対して垂直な内壁が形成される。

#### 【 0 0 2 3 】

さらに図 1 (c) に示すように、図 1 (b) とは反対方向から第 3 レーザー 1 0 c を傾斜させて照射する。この時の第 3 レーザー 1 0 c の角度  $\phi$  は  $92^{\circ}$  から  $95^{\circ}$  である。

#### 【 0 0 2 4 】

基板 1 2 に対してレーザー 1 0 を傾斜させた照射を 2 方向からおこなっただけでは穴の上部と底部の穴径を完全に揃えることはできない。そこで複数方向から順次レーザー 1 0 を照射する。複数方向からレーザー 1 0 を照射するためにガルバノミラー G M の角度を順次変化させる。集光レンズ 1 6 を通過するレーザー 1 0 の位置が順次変わる。レーザー 1 0 は、基板 1 2 の垂直方向から  $2 \sim 5$  度の角度で、複数方向から照射される。このことによって、図 1 (d) に示すように、穴 1 4 はテーパー状になった部分が無くなる。すなわち、穴 1 4 の上部と底部の穴径が実質的に等しくなり、ストレートの穴 1 4 が形成される。

#### 【 0 0 2 5 】

なお、複数の方向からレーザー 1 0 を傾斜させた照射をおこなったが、レーザー 1 0 の照射位置が円を描くようにレーザー 1 0 の方向を変化させても良い。

#### 【 0 0 2 6 】

以上の工程によって、穴 1 4 の上部と底部の穴径が等しくなり、穴 1 4 のメッキ加工が確実にできるようになる。

#### 【 0 0 2 7 】

一般に 1 枚の基板 1 2 に対して複数のスルーホールが設けられる。そこで図 4 をもとに 1 枚の基板 1 2 に対して複数の穴 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d を形成する場合について説明する。図 4 (a) に示す工程 1 は、各穴 1 4 a, 1 4 b

、 1 4 c、 1 4 d を開ける位置に対して順番に第 1 レーザー 1 0 a を照射する。第 1 レーザー 1 0 a は基板 1 2 に対して垂直方向から照射する。この時形成される穴はテーパ状である。1 回のレーザー照射でテーパ状の穴が開けられない場合は、工程 1 を繰り返してレーザー照射をおこなう。

#### 【 0 0 2 8 】

図 4 ( b ) に示す工程 2 は、基板 1 2 に対して第 2 レーザー 1 0 b を傾斜させて照射し、穴のテーパ状の部分除去する。この時、複数の穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d に対して順番に第 2 レーザー 1 0 b を照射する。

#### 【 0 0 2 9 】

図 4 ( c ) に示す工程 3 として、工程 2 とは異なる方向から第 3 レーザー 1 0 c の照射をおこなう。工程 3 においても複数の穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d に対して順番に第 3 レーザー 1 0 c を照射する。

#### 【 0 0 3 0 】

工程 3 以降も基板 1 2 に対してレーザー 1 0 を傾斜させ、かつ、各穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d に順番にレーザー 1 0 を照射おこなう。すなわち、レーザー 1 0 を傾斜させた照射は、複数の穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d において一方向からのレーザー 1 0 の照射を順番におこない、かつ、各穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d においてレーザー 1 0 の方向を順番に変えながらレーザー 1 0 の照射をおこなう。なお、基板 1 2 は、図 2 においてステージ ( 図示せず ) の上に配置されており、複数の穴 1 4 を形成するためにステージを移動させて、基板 1 2 の位置を移動させる。穴 1 4 が形成されるまで、傾斜方向からのレーザー照射を繰り返す。

#### 【 0 0 3 1 】

各穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d を形成する工程で 1 つの穴を形成するために連続してレーザー 1 0 の照射をおこなわないので、穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d に対してのレーザー 1 0 の照射に間隔がある。図 5 に示すように、1 回のレーザー照射において穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1 4 d の温度上昇があっても、次のレーザー照射までに冷却される。したがって、プラズマの発生や温度上昇による基板 1 2 の炭化が起こらない。複数の穴 1 4 a、 1 4 b、 1 4 c、 1



4 d の上部と下部の穴径も揃えられる。

#### 【0 0 3 2】

1 枚の基板 1 2 にレーザー 1 0 の直径よりも大きな穴を複数形成する方法を説明する。図 6 の工程 1 のように、穴 2 2 を形成する位置に対して順番に第 1 レーザーを照射し、小穴 2 0 a を形成する。第 1 レーザーの照射は基板 1 2 に対して傾斜させておこなう。第 1 レーザーのテーパー状になった部分の一部が、基板 1 2 に対して垂直なるようにする。形成される小穴 2 0 a は、所望の穴 2 2 よりも小さな穴である。

#### 【0 0 3 3】

1 つの穴 2 2 を構成する複数の小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d を形成するために、工程 2, 3, 4 に示すように、さらに第 2, 3, 4 レーザーの照射をおこなって、小穴 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d を形成する。工程 2, 3, 4 においても工程 1 と同様に、複数の穴 2 2 において順番にレーザー 1 0 を基板 1 2 に対して傾斜させて照射する。

#### 【0 0 3 4】

1 回のレーザー照射で基板 1 2 を貫通する小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d を形成できない場合は、工程 1, 2, 3, 4 を繰り返しおこなって基板 1 2 を貫通する小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d を形成する。すなわち、複数の穴 2 2 を形成するために、複数の穴 2 2 において一方向からのレーザー照射を順番におこない、かつ、1 つの穴 2 2 においてレーザー 1 0 の方向を順番に変えながらレーザー 1 0 の照射をおこなう。また、複数の小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d は連なるように形成される。穴 2 2 が形成されるまで、傾斜方向からのレーザー照射を繰り返す。

#### 【0 0 3 5】

上記の工程 1, 2, 3, 4 では、1 つの穴 2 2 においてレーザー 1 0 を照射する位置を変化させている。1 つの穴 2 2 に対して連続してレーザーを照射せず、複数の穴 2 2 において順番にレーザーを照射する。1 つの穴 2 2 において、レーザー照射の間隔があるため、穴 2 2 やその付近の温度上昇を抑えることができる。穴 2 2 においてプラズマが発生したり基板が炭化したりすることはない。また

、レーザー 1 0 を傾斜させて基板 1 2 に照射し、レーザー 1 0 がテーパー状になった部分を基板 1 2 に対して垂直になるようにすることによって、レーザー 1 0 の入射側と出射側の穴径が揃った穴 2 2 を形成することができる。

#### 【 0 0 3 6 】

なお、図 6 において、1 つの穴 2 2 を 4 つの小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d で形成したが、小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d の数は 4 つに限定されることはない。

#### 【 0 0 3 7 】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されることはない。例えば、図 1 と図 4 においては、基板 1 2 に対して垂直に第 1 レーザー 1 0 a を照射したが、垂直に第 1 レーザー 1 0 a を照射せずに、基板 1 2 に対して傾斜させたレーザー照射のみによって穴 1 4 を形成してもよい。

#### 【 0 0 3 8 】

図 3 に示すように、ガルバノミラー GM の角度を変化させてレーザー 1 0 が集光レンズ 1 6 を通過する位置を変化させたが、図 7 に示すように集光レンズ 1 6 の角度を変化させても良い。この場合、図 2 に示す穴形成装置 2 3 は、集光レンズ 1 6 の角度を調節する手段を設ける。この手段は、レーザー 1 0 の照射数によって集光レンズ 1 6 の角度を変更する。また、ガルバノミラー GM および集光レンズ 1 6 の両方の角度を変化させて基板 1 2 に対するレーザー 1 0 の角度や位置を変化させても良い。

#### 【 0 0 3 9 】

図 6 で複数の穴 2 2 を形成したが、1 つの穴 2 2 を設ける場合についても本発明を適用することができる。小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d を形成するとき、レーザー 1 0 は基板 1 2 に対して傾斜させて照射する。傾斜させて照射することによって、複数の小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d が全て形成されて、その複数の小穴 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d によって穴 2 2 が形成されたとき、穴 2 2 の上部と底部の穴径が揃う。

#### 【 0 0 4 0 】



その他、本発明は、主旨を逸脱しない範囲で当業者の知識に基づき種々の改良、修正、変更を加えた態様で実施できるものである。

#### 【0 0 4 1】

##### 【発明の効果】

本発明は、レーザーを基板に照射したときにレーザーが先細りになる性質を利用して、基板に対して垂直ではなく傾斜させてレーザーを照射する。傾斜させてレーザーを照射することによって、先細りしているレーザーの一部が基板に対して垂直になる。複数方向からレーザーを照射することによって、形成された穴の上部と底部の穴径が揃い、ストレートの穴を形成することができる。

#### 【0 0 4 2】

また、1枚の基板に複数のストレートな穴を設けるととき、複数の穴において順番にレーザーを照射するので穴の温度上昇を抑えることができる。穴の内壁が炭化したり、穴の中でプラズマが発生したりすることはない。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の穴形成方法を示す図であり、（a）はレーザーを垂直に照射する図であり、（b）はレーザーを傾斜させて照射させる図であり、（c）は（b）とは異なる方向からレーザーを照射させる図であり、（d）は形成された穴を示す図である。

##### 【図 2】

本発明の穴形成装置の構成を示す図である。

##### 【図 3】

レーザーを傾斜させる図であり、（a）は集光レンズの外周部分を示す上面図であり、（b）は集光レンズに対するレーザーの傾斜を示す図である。

##### 【図 4】

複数の穴を形成する方法を示す図であり、（a）は各穴に順番にレーザーを照射する図であり、（b）はさらに各穴に対して順番にレーザーを照射する図であり、（c）はさらに各穴に対して順番にレーザーを照射する図である。

##### 【図 5】

図 4 における穴形成方法で穴を形成するときの各穴の温度変化およびレーザー照射のタイミングを示す図である。

【図 6】

複数の穴において順番にレーザーを照射し、かつ、各穴でトレパニングをおこなう方法を示す図である。

【図 7】

集光レンズを傾斜させてレーザーを傾斜させる図である。

【図 8】

穴を形成するための装置の構成を示す図である。

【図 9】

従来の穴形成方法を示す図であり、(a) はレーザーを垂直に照射する図であり、(b) は形成された穴の図である。

【符号の説明】

1 0, 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c : レーザー

1 2 : 基板

1 4, 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d, 1 4 e, 1 4 f, 1 4 g, 1 4 h,

2 2, 2 6 : 穴

1 6 : 集光レンズ

1 8 : 集光レンズの外周部分

2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d : 小穴

2 3, 2 4 : 穴形成装置

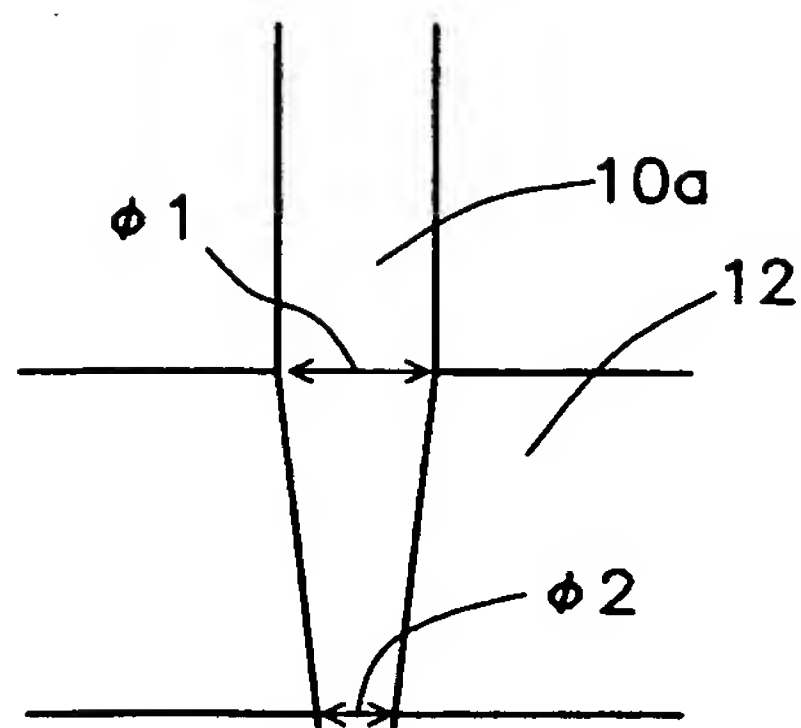
3 2 : 発振器

3 4 : 角度調節手段

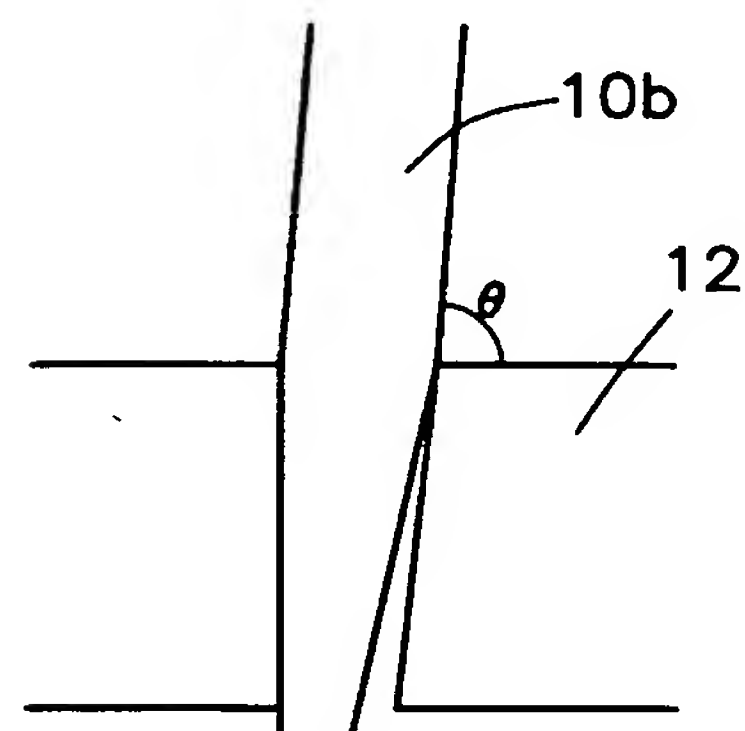
【書類名】 図面

【図 1】

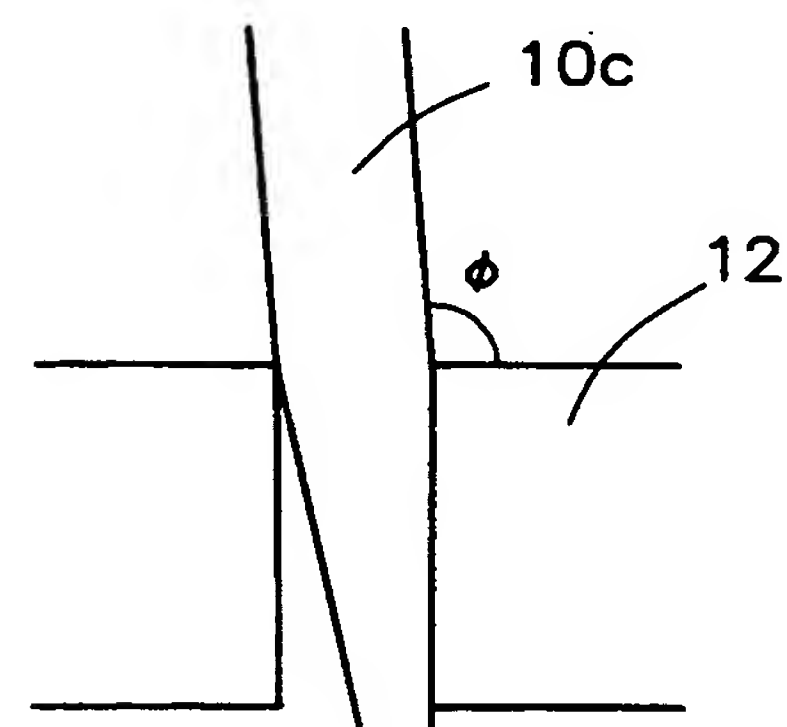
(a)



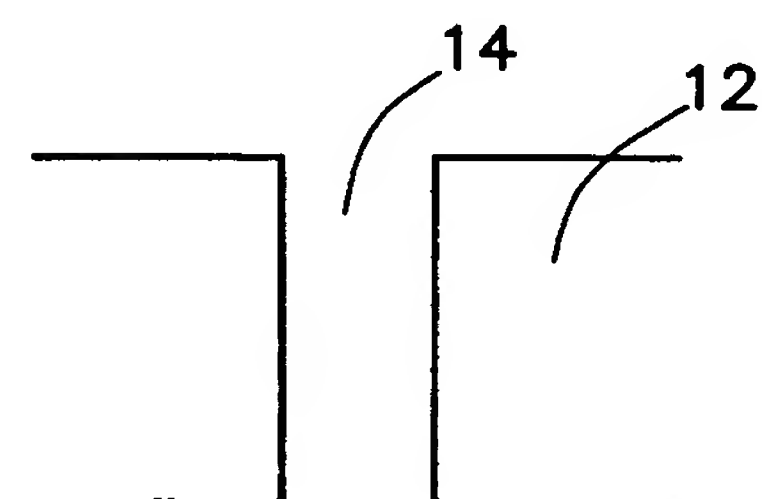
(b)



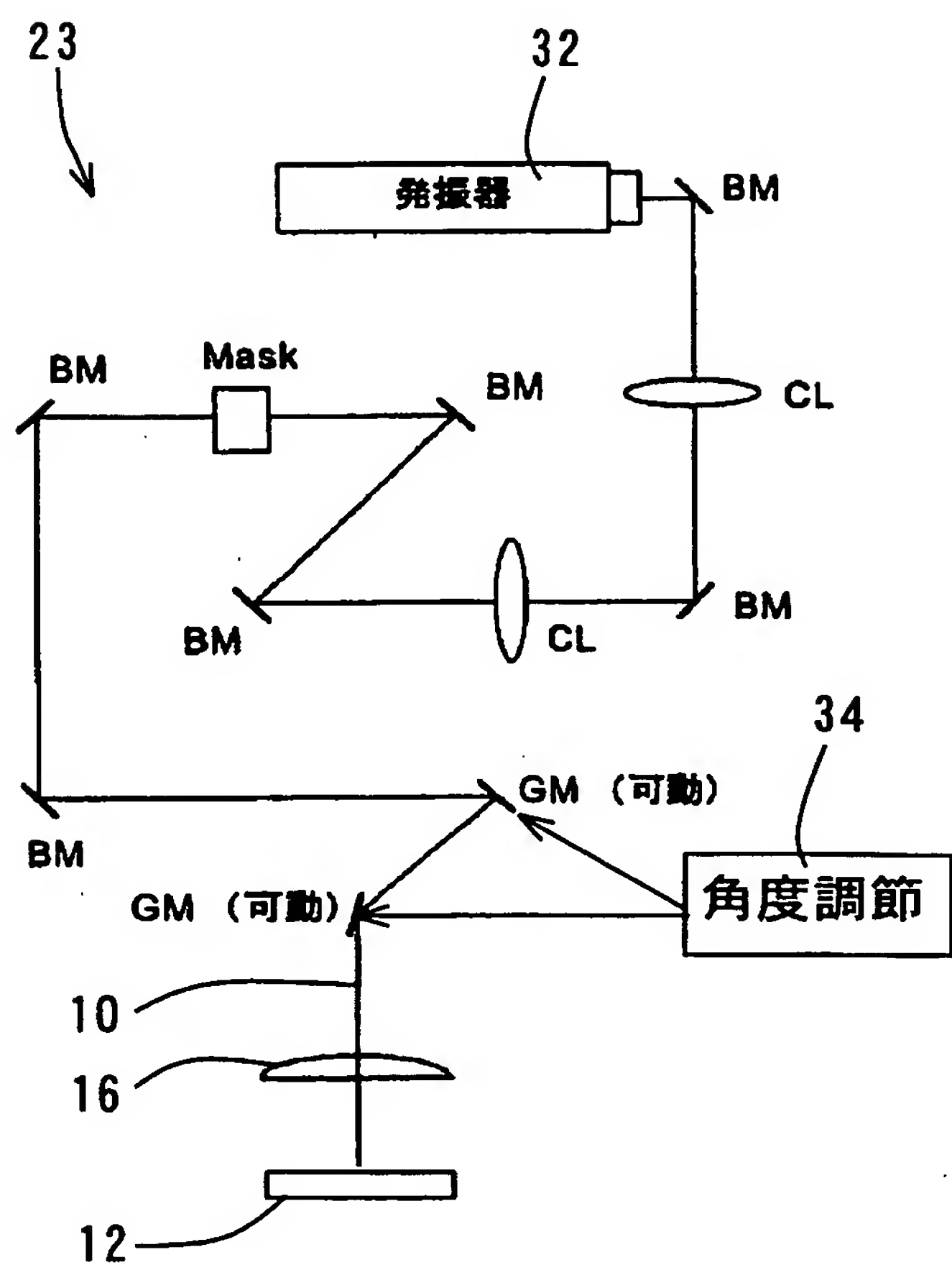
(c)



(d)

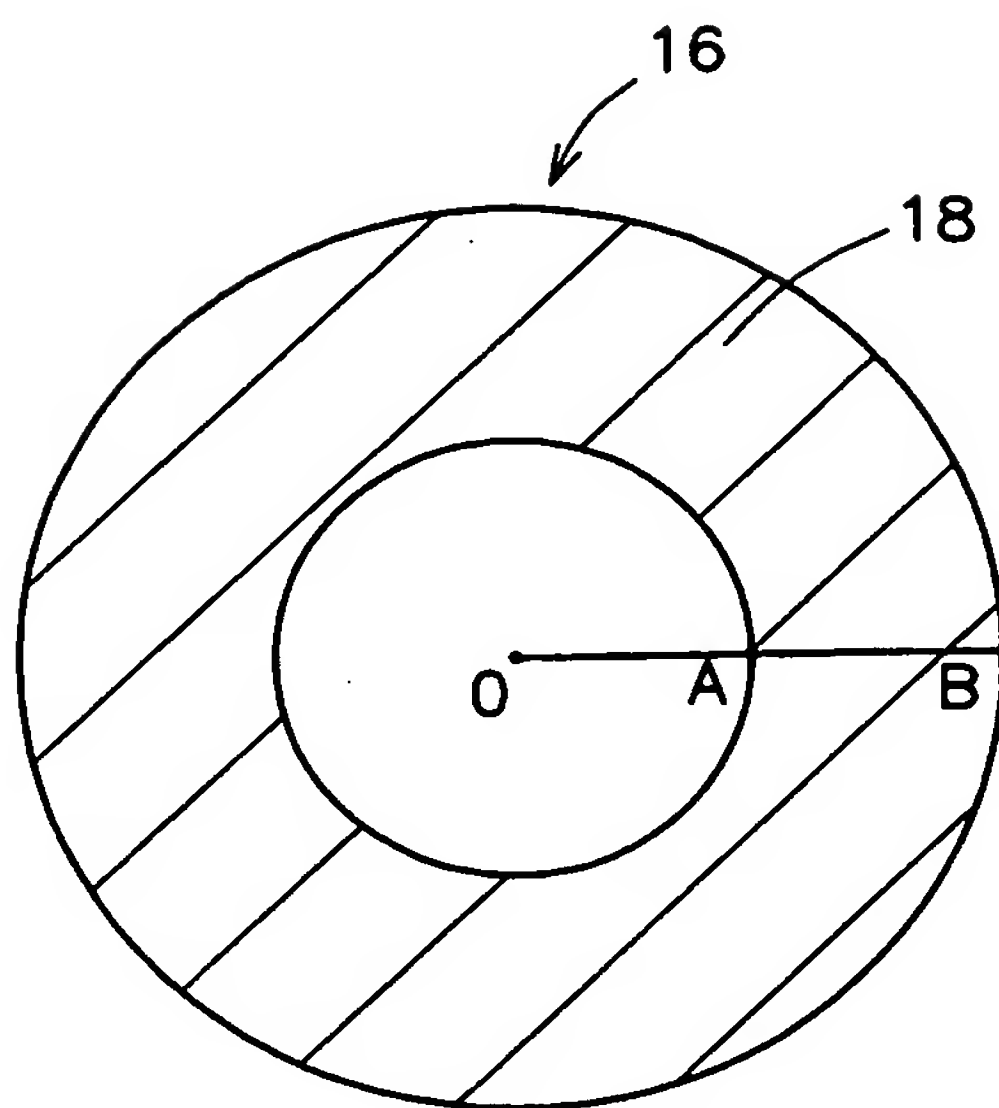


【図 2】

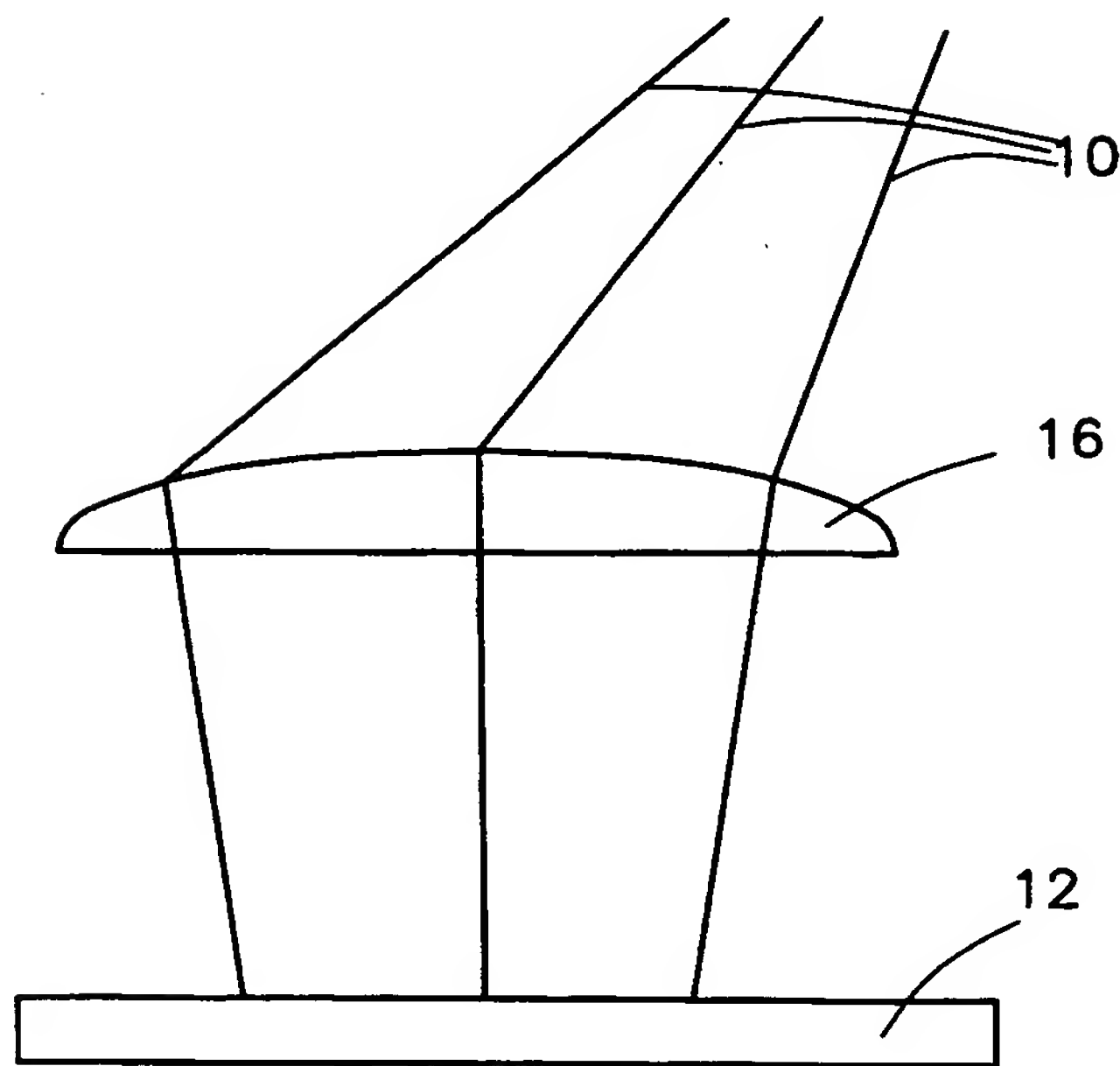


【図 3】

(a)

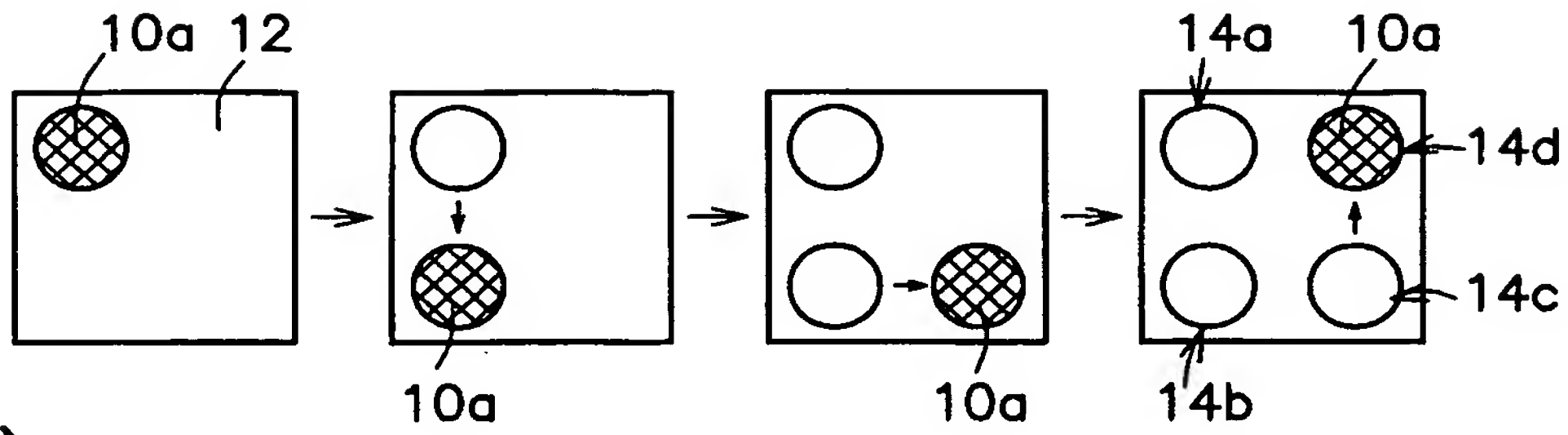


(b)

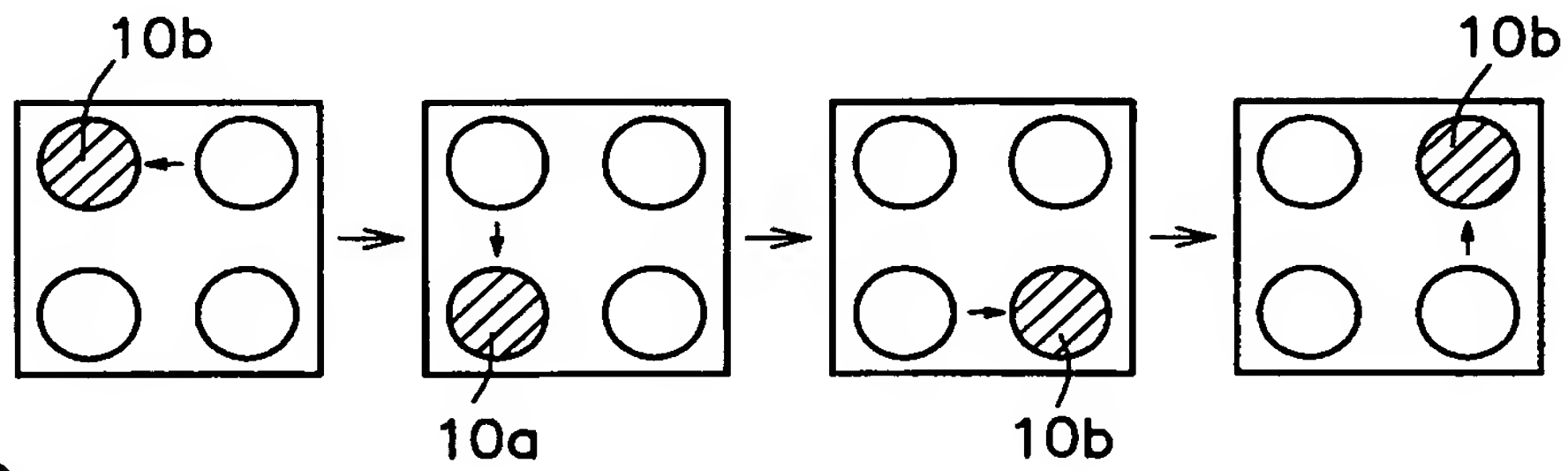


【図 4】

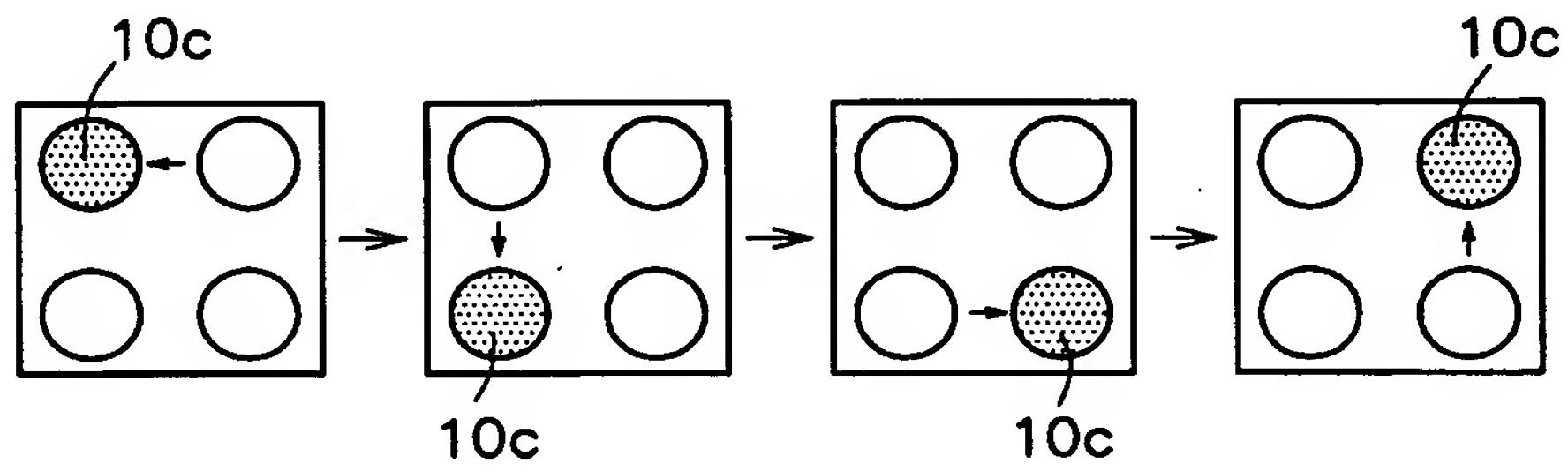
(a)



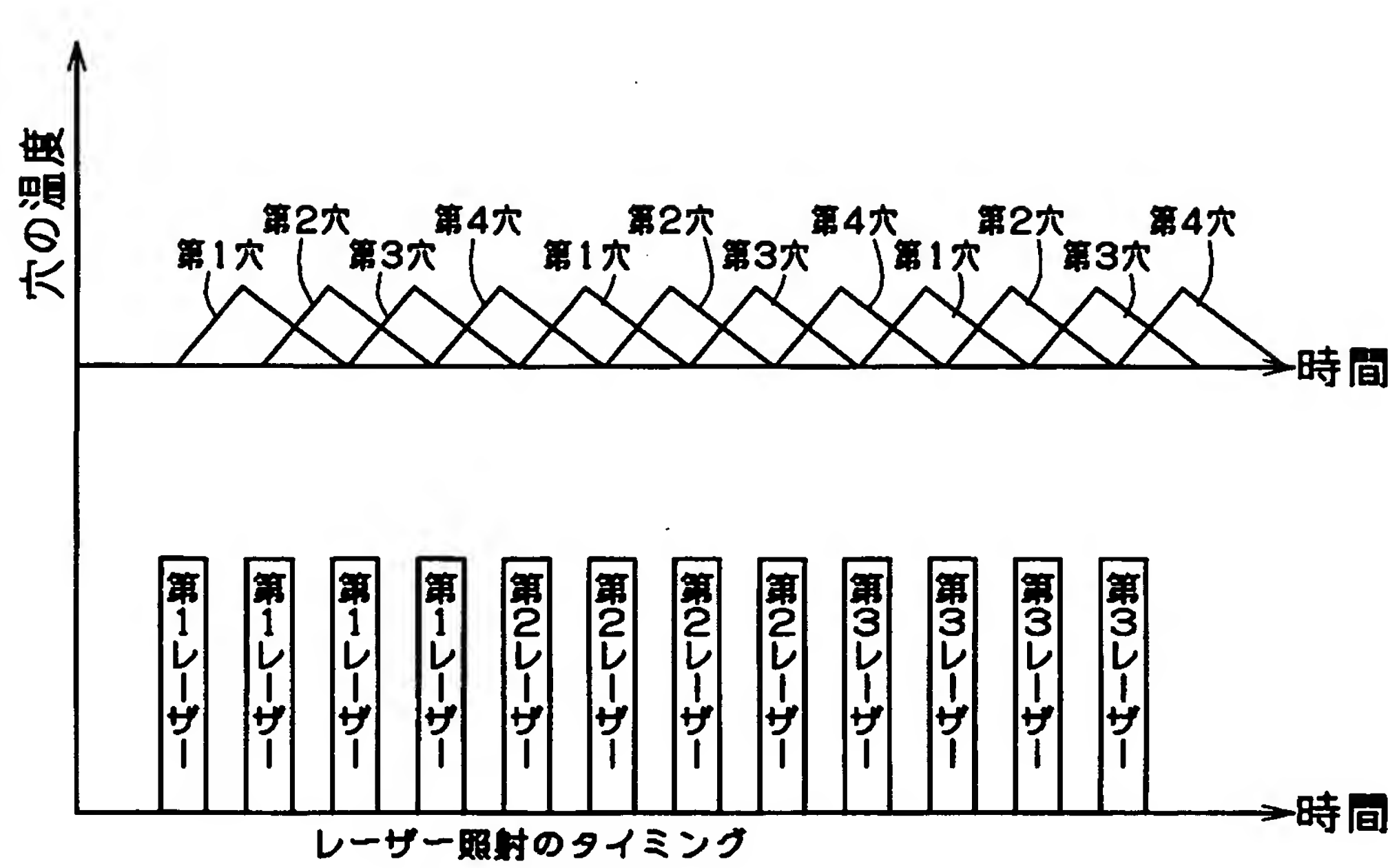
(b)



(c)

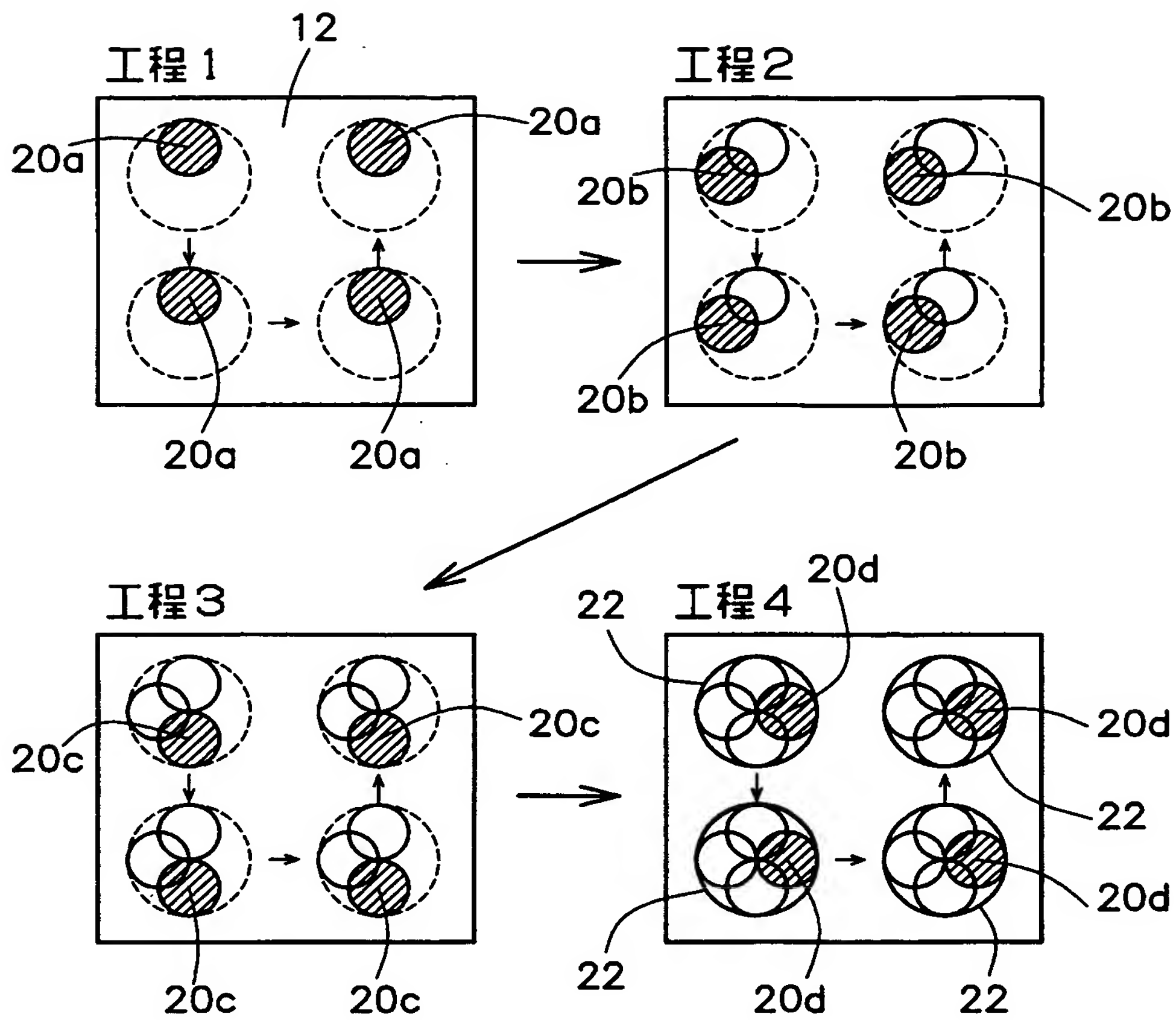


【図 5】

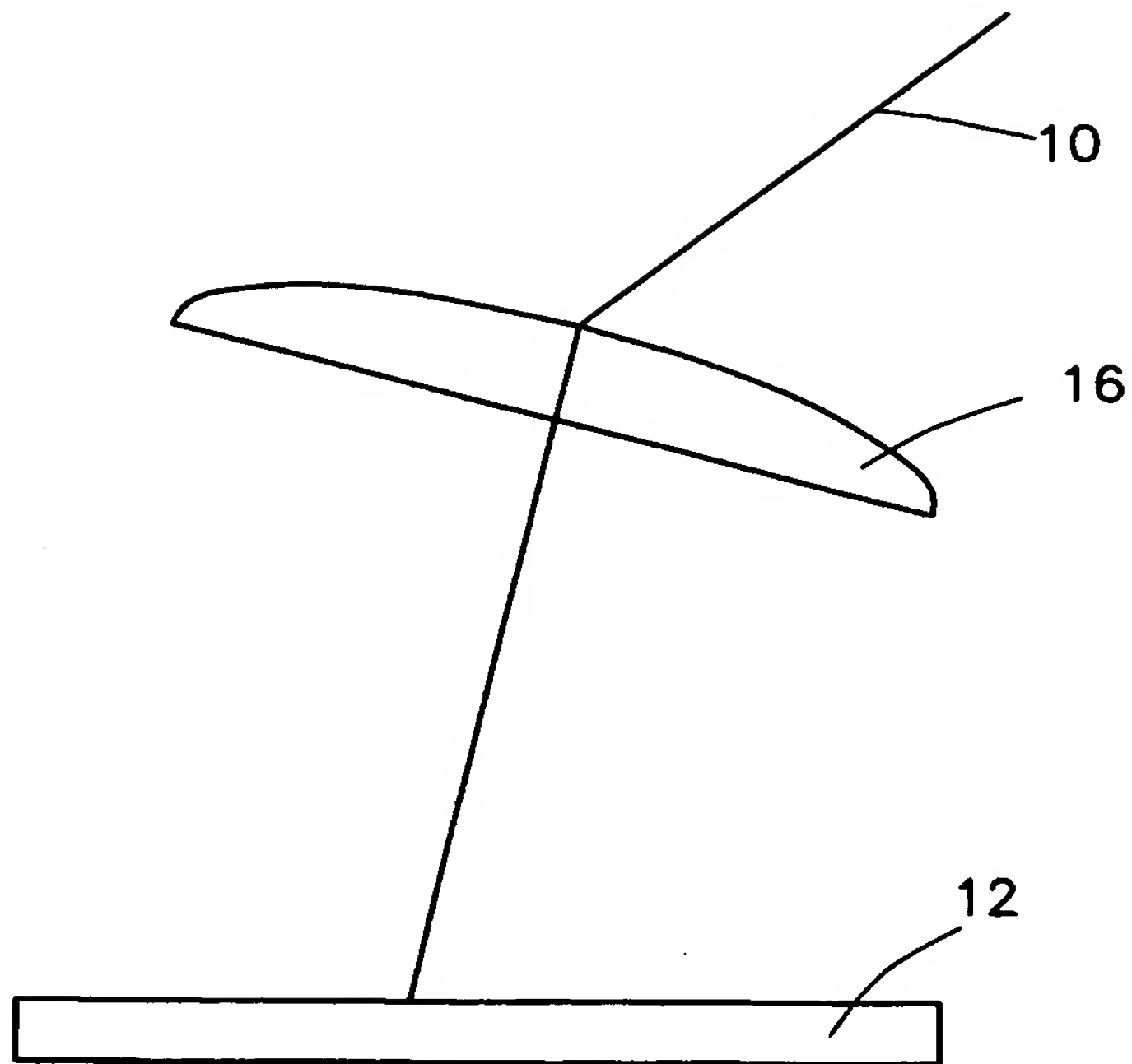




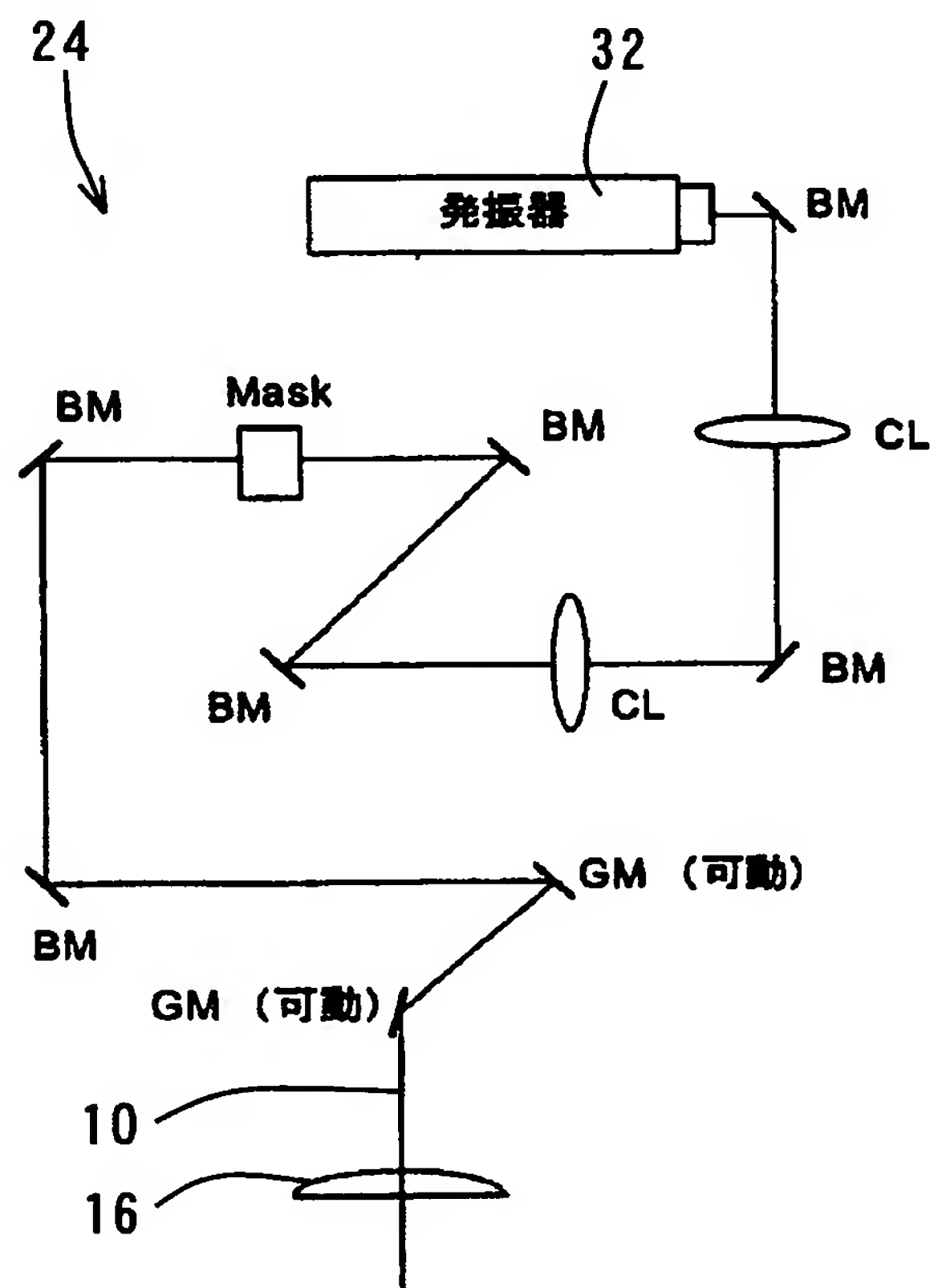
【図 6】



【図 7】

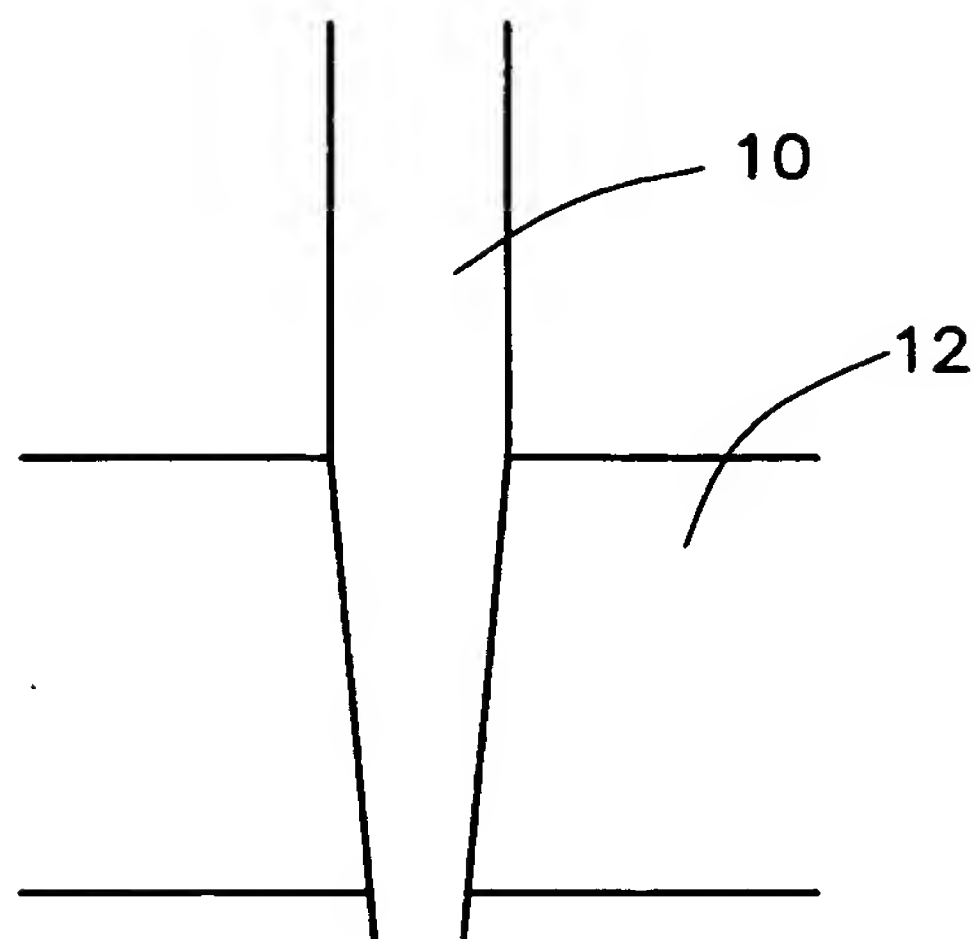


【図 8】

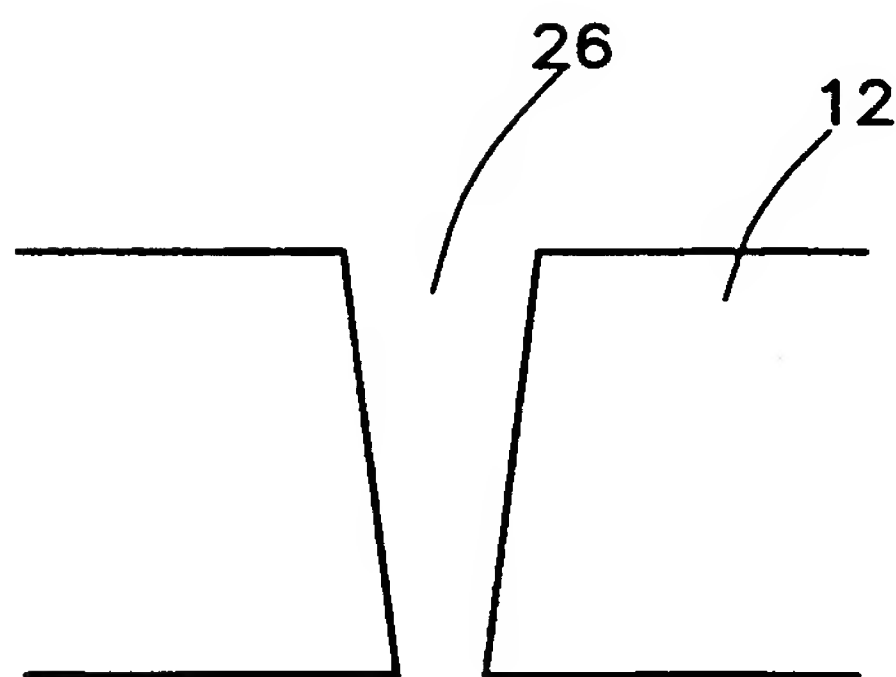


【図 9】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の目的は、レーザーを用いた穴開け加工において穴の上部と底部の穴径が同一の穴を開ける穴形成方法および穴形成装置を提供することにある。

【解決手段】 本発明は、基板 1 2 に対して垂直にレーザー 1 0 を照射し、穴の上部より底部の穴径が小さいテーパ状の穴を形成する。さらにレーザー 1 0 を基板 1 2 に対して傾斜させてテーパ状の穴に照射し、上部と底部の穴径とを揃える。レーザー 1 0 を傾斜させて照射することによって、ストレートの穴 1 4 を形成することができる。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2 0 0 3 - 0 3 8 5 3 2  
受付番号 5 0 3 0 0 2 4 9 5 7 4  
書類名 特許願  
担当官 鈴木 紳 9 7 6 4  
作成日 平成 1 5 年 3 月 1 8 日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】 平成15年 2月17日

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【住所又は居所】 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4、ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

【識別番号】 100091568

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】 100108501

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 知的所有権

【氏名又は名称】 上野 剛史

【復代理人】 申請人

【識別番号】 100094248

【住所又は居所】 滋賀県大津市栗津町 4 番 7 号 近江鉄道ビル 5 F  
楠本特許事務所

【氏名又は名称】 楠本 高義

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 3 8 5 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 0 0 0 9 5 3 1 ]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 6 月 3 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 、 ニューヨーク州 アーモンク ニ  
ュー オーチャード ロード  
氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーショ  
ン
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 2 月 5 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 ニューヨーク州 アーモンク ニ  
ュー オーチャード ロード  
氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーショ  
ン